

# CONTROLLING METHOD FOR PLASMA PROCESSOR

Publication number: JP6204176

Publication date: 1994-07-22

Inventor: YOSHIKAZO YUJI; ISHIDA YUJI; TANIGUCHI MICHIO

Applicant: DAIHEN CORP

Classification:

- international: H01L21/302; H01L21/3065; H05H1/46; H01L21/02;  
H05H1/46; (IPC1-7): H01L21/302; H05H1/46

- european:

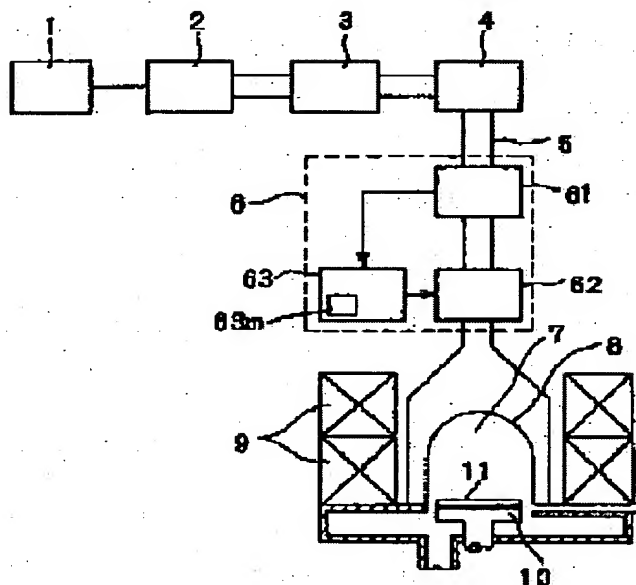
Application number: JP19920360773 19921228

Priority number(s): JP19920360773 19921228

Report a data error here

## Abstract of JP6204176

**PURPOSE:** To minimize the capacity of a microwave generation source by shifting stubs by the amount that it gets in resonance condition on the side of a plasma generation chamber from a microwave automatic matching device so as to start up plasma, and starting automatic matching operation after the plasma is started up. **CONSTITUTION:** In the condition that microwaves are outputted from a microwave generation source 2, the quantity of inserted stubs in an impedance converter 2 is changed variously. Thereupon, the microwaves having returned, reflecting in a plasma generation chamber (load) 7, reflects at the place of a stub again, and advances to load side. For this reason, if the quantity of inserted stubs is set to a certain value, the section between a microwave automatic matching device 6 and load 7 gets in resonance condition or condition close to it, that is, the electric field inside the plasma generation chamber 7 becomes strong. Hereby, the impedance between the microwave generation source 2 and load can be matched. Moreover, plasma can be started up easily.



(43)公開日 平成6年(1994)7月22日

**9014-2G**

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全 5 頁)

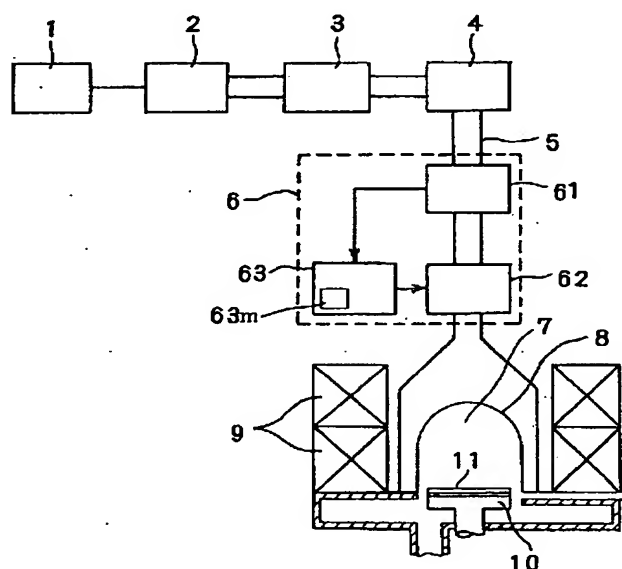
(74)代理人 弁理士 中井 宏

(54)【発明の名称】 プラズマ処理装置の制御方法

(57) 【要約】

【目的】 マイクロ波自動整合器を用いてプラズマを起動させた後、自動整合動作を開始させるプラズマ処理装置の制御方法を提供する。

【構成】 マイクロ波発生源と、プラズマ生成室と、マイクロ波自動整合器とを具備し、マイクロ波自動整合器を構成するインピーダンス変換器のスタブを所望のスタブ挿入量に移動させて、マイクロ波発生源とプラズマ生成室とのインピーダンス整合を自動的に行うプラズマ処理装置を対象とし、スタブをマイクロ波自動整合器よりプラズマ生成室側で共振状態となるスタブ挿入量に移動させてプラズマを起動し、プラズマが起動した後に自動整合動作を開始させることを特徴としている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】マイクロ波発生源と、プラズマ生成室と、マイクロ波自動整合器とを具備し、前記マイクロ波自動整合器を構成するインピーダンス変換器のスタブを所望のスタブ挿入量に移動させて、前記マイクロ波発生源とプラズマ生成室とのインピーダンス整合を自動的に行うプラズマ処理装置において、

前記スタブを前記マイクロ波自動整合器よりプラズマ生成室側で共振状態となるスタブ挿入量に移動させてプラズマを起動し、前記プラズマが起動した後に自動整合動作を開始させるプラズマ処理装置の制御方法。

【請求項2】マイクロ波発生源と、プラズマ生成室と、マイクロ波が通過する導波管内の定在波を検出する電圧定在波検出器、インピーダンス変換器及び制御装置からなるマイクロ波自動整合器とを具備し、前記インピーダンス変換器を構成するスタブを所望のスタブ挿入量に移動させて、前記マイクロ波発生源とプラズマ生成室とのインピーダンス整合を自動的に行うプラズマ処理装置において、

前記電圧定在波検出器の出力を用いてマイクロ波の有無を前記制御装置により判断させ、マイクロ波が無いときに、前記スタブを前記制御装置に予め記憶させた前記マイクロ波自動整合器よりプラズマ生成室側で共振状態となるスタブ挿入量に移動させておき、マイクロ波が出力されたときに、プラズマを起動させ、前記プラズマが起動した後に自動整合動作を開始させるプラズマ処理装置の制御方法。

【請求項3】マイクロ波発生源と、プラズマ生成室と、マイクロ波が通過する導波管内の定在波を検出する電圧定在波検出器、インピーダンス変換器及び制御装置からなるマイクロ波自動整合器とを具備し、前記インピーダンス変換器を構成するスタブを所望のスタブ挿入量に移動させて、前記マイクロ波発生源とプラズマ生成室とのインピーダンス整合を自動的に行うプラズマ処理装置において、

前記電圧定在波検出器の出力を用いてマイクロ波の有無を前記制御装置により判断させ、マイクロ波が無いときに、前記スタブを前記制御装置に予め記憶させた前記マイクロ波自動整合器よりプラズマ生成室側で共振状態となるスタブ挿入量に移動させておき、マイクロ波が出力されたときに、プラズマを起動させ、前記プラズマの起動に伴う反射係数の変化により自動整合動作を開始させるプラズマ処理装置の制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、マイクロ波自動整合器を有するプラズマ処理装置の制御方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】プラズマ生成にマイクロ波を用いて所望

のプラズマ処理を行う場合、マイクロ波発生源から所定のマイクロ波電力がプラズマ生成室（以下、負荷ともいう。）のプラズマ発生空間に供給され、この空間でプラズマが発生する。

【0003】プラズマ処理毎または処理中に、例えばプラズマ生成室内における汚れ等の経時変化やガス流量や圧力等の処理条件またはガスの種類等の処理雰囲気の変動により、負荷のインピーダンスが変動する場合には、負荷へマイクロ波電力を有効に送り込み、かつプラズマの安定性を良好にするために、マイクロ波自動整合器を用いてマイクロ波発生源と負荷とのインピーダンス整合が自動的に行われる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、プラズマ発生空間に供給されるガスの種類や圧力等の処理条件により、プラズマ発生空間内のガスがプラズマ化され難く、プラズマの起動が困難になることがあった。またプラズマが一旦発生しても、プラズマがプラズマ発生空間内で偏ったり、不安定になったりして、プラズマの起動に失敗することがあった。

【0005】そこで、プラズマの起動を容易にさせるために、圧力を高くしたり、また紫外線、電子銃などによりガスを電離したり、さらにマイクロ波発生源の容量をアップすることが行われているが、作業が繁雑になり、また製品コストがアップするという問題があった。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の問題を解決するために、請求項1に記載のプラズマ処理装置の制御方法においては、マイクロ波発生源と、プラズマ生成室と、マイクロ波自動整合器とを具備し、マイクロ波自動整合器を構成するインピーダンス変換器のスタブを所望のスタブ挿入量に移動させて、マイクロ波発生源とプラズマ生成室とのインピーダンス整合を自動的に行うプラズマ処理装置を対象とし、スタブをマイクロ波自動整合器よりプラズマ生成室側で共振状態となるスタブ挿入量に移動させてプラズマを起動し、プラズマが起動した後に自動整合動作を開始させることを特徴とする。

【0007】また、請求項2に記載のプラズマ処理装置の制御方法においては、マイクロ波発生源と、プラズマ生成室と、マイクロ波が通過する導波管内の定在波を検出する電圧定在波検出器、インピーダンス変換器及び制御装置からなるマイクロ波自動整合器とを具備し、インピーダンス変換器を構成するスタブを所望のスタブ挿入量に移動させて、マイクロ波発生源とプラズマ生成室とのインピーダンス整合を自動的に行うプラズマ処理装置を対象とし、電圧定在波検出器の出力を用いてマイクロ波の有無を制御装置により判断させ、マイクロ波が無いときに、スタブを制御装置に予め記憶させたマイクロ波自動整合器よりプラズマ生成室側で共振状態となるスタブ挿入量に移動させておき、マイクロ波が出力されたと

きに、プラズマを起動させ、プラズマが起動した後に自動整合動作を開始させることを特徴とする。

【0008】さらに、請求項3に記載のプラズマ処理装置の制御方法においては、マイクロ波発生源と、プラズマ生成室と、マイクロ波が通過する導波管内の定在波を検出する電圧定在波検出器、インピーダンス変換器及び制御装置からなるマイクロ波自動整合器とを具備し、インピーダンス変換器を構成するスタブを所望のスタブ挿入量に移動させて、マイクロ波発生源とプラズマ生成室とのインピーダンス整合を自動的に行うプラズマ処理装置を対象とし、電圧定在波検出器の出力を用いてマイクロ波の有無を制御装置により判断させ、マイクロ波が無いときに、スタブを制御装置に予め記憶させたマイクロ波自動整合器よりプラズマ生成室側で共振状態となるスタブ挿入量に移動させておき、マイクロ波が出力されたときに、プラズマを起動させ、プラズマの起動に伴う反射係数の変化により自動整合動作を開始させることを特徴とする。

#### 【0009】

【作用】上記した請求項1の発明によれば、マイクロ波自動整合器を用いてプラズマを起動させることを見出したことにより、他のプラズマ起動手段を用いることなく、容易にプラズマを起動させることができ、かつ、プラズマ起動後は通常の自動整合動作に移行させることができる。

【0010】また、請求項2の発明によれば、マイクロ波自動整合器よりプラズマ生成室側で共振状態となるように、整合器のスタブを所定位置に予め移動させているので、マイクロ波発生源からマイクロ波が出力されると、即座にプラズマを起動させることができ、かつ、プラズマ起動後は通常の自動整合動作に移行させることができる。

【0011】さらに、請求項3の発明によれば、マイクロ波電力が徐々に増加するなど、マイクロ波の入射に対しプラズマの起動が時間的に遅れる場合、プラズマが起動したことを確認してから、通常の自動整合動作に移行させることができる。

#### 【0012】

##### 【実施例】

##### 実施例1

図1は本発明の方法を実施するためのプラズマ処理装置の要部構成図、図2はこのプラズマ処理装置に用いたマイクロ波自動整合器を構成するインピーダンス変換器を示す説明図であり、図1に示すプラズマ処理装置としては、例えばECRプラズマ・ドライエッチング装置である。

【0013】プラズマ処理装置は、高圧電源1と、マイクロ波発生源2と、アイソレータ3と、方向性結合器4と、導波管5と、マイクロ波自動整合器6と、プラズマ生成室7と、石英等からなるベルジャ8と、電磁コイル

9と、下部ステージ10とを有しており、下部ステージ10上には、例えばサブミクロンの設計ルールの半導体集積回路が形成されるシリコン(Si)からなる半導体ウエハ(被処理物)11が載置されている。なお、マイクロ波自動整合器6は、電圧定在波検出器61、インピーダンス変換器62及びコンピュータ(制御装置)63から構成されている。

【0014】マイクロ波発生源2には、図示しないマグネトロンが設置されている。マグネトロンは、高圧電源1から高電圧が印加されると、例えば2.45GHzのマイクロ波を発生するようになっている。マイクロ波発生源2から発生したマイクロ波は、導波管5を通じてプラズマ生成室7内へ伝搬されるようになっている。

【0015】電圧定在波検出器61は、導波管5内の例えば電圧定在波の振幅等の定在波を検出するための検出部であり、マイクロ波の導波管内波長を $\lambda_g$ とすると、例えば $\lambda_g/4$ 、 $\lambda_g/6$ 、 $\lambda_g/8$ おきに配置された少なくとも3本の探針(図示せず)によって構成されている。また、コンピュータ63と電氣的に接続されており、検出された定在波信号等をコンピュータ63に伝送するようになっている。

【0016】ところで、本発明者の検討によれば、マイクロ波発生源2からマイクロ波を出力させた状態で、インピーダンス変換器62のスタブ挿入量を種々変化させると、プラズマ生成室(負荷)7で反射して戻ってきたマイクロ波がスタブの所で再び反射して負荷側に進行するために、あるスタブ挿入量にすれば、マイクロ波自動整合器6と負荷7との間が共振状態またはそれに近い状態、すなわちプラズマ生成室7内の電界が強大になることが見出された。したがって、本実施例のプラズマ処理装置におけるマイクロ波自動整合器6においては、マイクロ波発生源2と負荷7とのインピーダンスを整合する機能を備えるとともに、プラズマ処理装置の立ち上げ時に、プラズマを容易に起動させることができる機能も備えている。

【0017】インピーダンス変換器62は、図2に示すように、例えば3本のスタブ62a1～62a3と各スタブ62a1～62a3毎に配置されたパルスモータ62b1～62b3とから構成され、電圧定在波検出器61より負荷7側に設けられており、電圧定在波検出器61を構成する探針から、例えば電圧定在波検出器61へスタブによる乱れが生じない程度に離れた位置に配置されている。また、各スタブ62a1～62a3は、導波管5内に例えば $\lambda_g/4$ 、 $\lambda_g/6$ 、 $\lambda_g/8$ おきに配置されている。そして、各スタブ62a1～62a3の挿入、抜き出し動作は、各パルスモータ62b1～62b3によって独立して制御されるようになっており、このパルスモータ62b1～62b3はコンピュータ63と電氣的に接続されており、コンピュータ63によって、その動作が制御されるようになっている。

【0018】さて、上記のプラズマ処理装置において、プラズマを生成する際には、プラズマ生成室7内に、例えば $O_2$ ガスを150ml/min程度導入し、ロータリーポンプ（図示せず）によりプラズマ生成室7内の圧力を、例えば $1.6 \times 10^{-3}$  Torr程度とする。この際、半導体ウエハ11と下部ステージ10との間に、例えばウエハ冷却用のヘリウム（He）を7ml/min程度導入する。

【0019】この状態で高圧電源1からマイクロ波発生源2のマグネトロンに、例えば850W程度の電力を供給して、例えば2.45GHzのマイクロ波を発生させ、インピーダンス変換器62の各スタブ62a1～62a3を、コンピュータ63の記憶部63mに前述した共振状態を生じさせる予め設定されたスタブ挿入量に移動させると、プラズマがプラズマ生成室7のプラズマ発生空間で容易に起動させることができる。

【0020】このようにして、プラズマが起動したと同時にまたは起動して直ぐに、電圧定在波検出器61は、定在波信号等を検出し、その信号をコンピュータ63に伝送する。コンピュータ63は、伝送された定在波信号に基づいて、例えば電圧定在波の振幅と位相とを算出し、さらにその値に基づいて負荷のインピーダンス値を算出するとともに、例えば本実施例においては、その算出値に基づいて反射波が零（0）となるように、インピーダンス変換器62に制御信号を伝送し、通常の自動整合動作に移行する。

#### 【0021】実施例2

ところで、上記の実施例においては、マイクロ波発生源2からマイクロ波を出力させた状態で、各スタブを予め設定された挿入量に移動させて、プラズマを起動させたが、マイクロ波発生源からマイクロ波を出力させる前に、インピーダンス変換器62の各スタブ62a1～62a3を予め設定されたスタブ挿入量に移動させておく。すなわち、本実施例2においては、マイクロ波発生源2の電源投入と同時に、プラズマを即座に起動させることができ、その後は、前述したように、通常の自動整合動作に移行させることができる。

#### 【0022】実施例3

ところで、上記の実施例1、2においては、各スタブを予め設定された挿入量に移動させることにより、プラズマが起動したと同時にまたは起動して直ぐに、自動整合動作

作を開始させていたが、プラズマが起動したことを確認してから、整合動作に移行させる。すなわち、本実施例3においては、マイクロ波電力が徐々に増加するなど、マイクロ波の入射に対しプラズマの起動が時間的に遅れる場合、プラズマの起動に伴って電圧定在波検出器61によって検出された定在波量等に基づいて、例えば電圧定在波の振幅と位相とを算出し、その値に基づいて算出した反射係数の変化を捕えた後に、前述したように、通常の自動整合動作に移行させることができる。

【0023】以上の実施例においては、ECRプラズマ処理装置を例示したが、他の方式のプラズマ処理装置に本発明の方法が適用できるのは言うまでもない。

#### 【0024】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、特別のプラズマ起動手段を用いることなく、また処理条件を変えることなく、容易かつ確実にプラズマを起動させることができる。さらに、プラズマに効率的にマイクロ波電力が供給でき、プラズマ起動も最小のマイクロ波電力で行えるので、必要なマイクロ波発生源の容量を最小限に抑えることができる。

【0025】特に請求項2によれば、プラズマを起動させる時間が短縮される。

【0026】また請求項3によれば、プラズマに限らず、マイクロ波の供給によりインピーダンスが別の値に遷移するような負荷に対して有効である。

#### 【図面の簡単な説明】

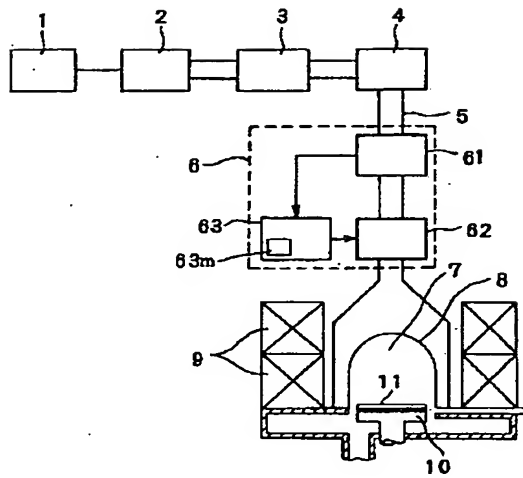
【図1】本発明の方法を実施するためのプラズマ処理装置の要部構成図である。

【図2】図1のプラズマ処理装置に用いたマイクロ波自動整合器を構成するインピーダンス変換器を示す説明図である。

#### 【符号の説明】

- 2    マイクロ波発生源
- 5    導波管
- 6    マイクロ波自動整合器
- 61   電圧定在波検出器
- 62   インピーダンス変換器
- 63   コンピュータ（制御装置）
- 7    プラズマ生成室
- 62a1～62a3   スタブ

【図 1】



【図 2】

